

A NITROGÉN-MŰTRÁGYÁZÁS HATÁSA A CUKORRÉPA MINŐSÉGI MUTATÓIRA ÉS A KINYERHETŐ CUKOR MENNYISÉGE*

BUZÁS ISTVÁN

Öntözési Kutatóintézet, Szarvas

BUZÁS ISTVÁNNÉ

DATE Öntözési és Meliorációs Kara, Szarvas

SERES ISTVÁN

Sarkadi Cukorgyár, Sarkad

A kedvező központi intézkedések eredményeként az utóbbi években ismét nő hazánkban a cukorrépa vetésterülete. A termelt cukor mennyisége azonban nem elégíti ki a hazai szükségletet. A hiányt importból fedezzük, ami a világpiaci ár állandó emelkedése miatt igen nagy terheket ró az országra.

Az I. táblázatban összegyűjtöttük az utóbbi 14 év cukortermelésének néhány jellemző adatát, a 11 hazai cukorgyár eredményei alapján. A táblázat bizonyítja, hogy a termőterület és a termésátlagok további növelése mellett, fokozott figyelmet kell fordítani a cukorrépa minőségére. Érdeemes megfigyelni, hogy 1974-ben megközelítőleg ugyanannyi répát dolgoztak fel, mint 1965-ben, mégis 10 000 vagonnal kevesebb cukrot nyertek. Az I. táblázat néhány adatát az 1. ábrán grafikusán is feltüntettük. Jól látható, a répa cukortartalmának (digestió) és vele párhuzamosan a belőle kinyert kristálycukor mennyiségének (ausbeute) állandó csökkenése. A csökkenő cukortartalom ellenére a melasz-cukor % gyakorlatilag állandó maradt, ami azt jelenti, hogy a kinyert kristálycukor %-ához viszonyított mennyisége exponenciálisan nő. Amíg ez a mennyiség az 1960-as években 20% alatt maradt, 1969–70-ben már 20,7% volt és gyorsuló ütemben emelkedve 1974-ben meghaladta a 31%-ot is.

A melasz-cukor mennyisége a répában levő, a feldolgozás szempontjából káros szennyezőanyagok mennyiségének függvénye. A melasz-cukor arányának növekedése rámutat arra, hogy nemcsak egyszerűen a répa cukortartalmának állandó csökkenéséről, hanem a répa minőségének hosszú évek óta tartó általános romlásáról kell beszélni.

Érdekes megállapításokat tehetünk, ha az I. táblázat adatait két csoportra osztjuk, és az első hét év adatainak súlyozott átlagait a második hét év súlyozott átlagaihoz hasonlítjuk (II. táblázat).

A II. táblázat azt mutatja, hogy az utóbbi hét évben az előző hét év átlagaihoz viszonyítva 1,80%-kal csökkent a répából kinyert kristálycukor mennyisége. Ez az utóbbi hét év átlagában megfelel évenként 5028 vagon cukornak. (A jelenlegi import cukorár mellett évi több mint 50 millió dollár

* Az MTA 1975. évi pályázatán díjat nyert tanulmány ismertetése.

I. táblázat

A hazai cukortermelés jellemző adatai 1960–1973

Üzemév	Cukor-tart. (kam-pány átlag diges-tió) %	Kiter-melés (Aus-beute) %	Melasz-cukor a kiter-melés %-ában	Melasz-cukor %	Répa-termés q/ha	Termést adó terület ha	Feldolgozott répa/vagon	Cukorter-melés/ vagon	Hasznos cukor-termés q/ha
1961/62	18,65	15,06	16,33	2,46	179,4	129 757	230 917	34 962	26,9
1962/63	18,38	14,86	16,02	2,38	209,9	124 174	263 011	39 083	31,5
1963/64	16,81	12,65	18,50	2,34	288,3	118 259	337 558	42 709	36,1
1964/65	16,42	12,75	19,53	2,49	263,4	133 277	349 434	44 569	33,4
1965/66	15,73	12,06	20,15	2,43	302,5	112 940	341 891	41 219	36,5
1966/67	15,55	12,10	19,17	2,32	323,4	108 835	352 276	42 640	39,2
1967/68	15,86	12,46	18,86	2,35	316,6	104 223	325 789	40 609	39,0
1968/69	15,25	11,87	19,97	2,37	325,7	104 489	338 898	40 219	38,5
1969/70	16,03	12,42	20,69	2,57	332,3	97 552	324 746	40 343	41,4
1970/71	14,60	11,00	23,64	2,60	283,6	75 105	211 280	23 251	31,0
1971/72	16,10	12,29	22,78	2,80	267,8	73 555	195 534	24 025	32,7
1972/73	14 55	10,96	24,00	2,63	362,8	79 047	276 696	30 327	38,4
1973/74	14,97	10,98	27,41	3,01	291,8	92 762	267 080	29 342	31,6
1974/75	12,90	9,11	31,17	2,84	372,6	98 220	341 387	31 100	31,7

veszteséget jelent az országnak.) A termésátlagok ugyanakkor kereken 50 q/ha-ral növekedtek, ami nemzetközi viszonylatban is jelentős eredmény. Elgondolkodtató viszont, hogy ennek ellenére a cukortermés csak 0,42 q/ha-ral lett nagyobb, más szóval a többlettermés csak 0,83% kinyerhető cukrot tartalmazott. Tehát gyakorlatilag úgy növeltük a termésátlagot, hogy csak a ballaszt anyag mennyisége nőtt, mivel 0,83% kinyerhető cukrot tartalmazó anyag termelése és feldolgozása semmiképpen sem lehet gazdaságos.

A répatermés mennyiségét és minőségét számos tényező befolyásolhatja, mert a cukorrépa érzékenyen reagál a termesztési körülményekre. Kísérleteinkben elsősorban a műtrágyázás hatását vizsgáltuk öntözetlen és öntözött körülmények között.

II. táblázat

A hazai cukortermelés néhány jellemző adata csoportosítva az 1961–67 és 1968–74 évek átlagában

Csoport	Kitermelés (Ausbeute) %	Répatermés q/ha	Feldolgozott répa vg	Hasznos cukor termés q/ha
1961–67	12,97	269,07	314 411	34,65
1968–74	11,17	319,50	279 374	35,07
Különbség	–1,80	50,43	–35 037	0,42

Kísérleti rész

A kérdés tanulmányozására 1972 óta folytatunk kísérleteket réti-talajon Szarvason, valamint alföldi csernozjom talajon Kunhegyesen. A három év alatt Szarvason számos kísérletet állítottunk be többtényezős véletlen-, split-plot-ill. sávós split-plot elrendezéssel.

A kunhegyesi kísérleteket intézetünk Öntözéses Növénytermesztési Főosztálya végzi, Posgay Elemér és Dombovári János irányításával, a mi feladatunk csak a vetésforgóban szereplő cukorrépa minőségének vizsgálata és az eredmények értékelése. A kísérletek lehetővé teszik, hogy vizsgáljuk a nitrogén-, foszfor- és káliumműtrágya adagjának, a nitrogénműtrágya fajtájának és utóhatásának, az öntözésnek, a cukorrépa fajtának, a tenyészterület nagyságának és a tenyészidőnek a cukorrépa-termés mennyiségi és minőségi mutatóira gyakorolt hatását. Jelen dolgozatban csak a műtrágyázás és az öntözés hatását értékeljük, célunk megállapítani, hogy a különböző kémiai összetételű műtrágyák, hogyan változtatják meg a cukorrépában levő fontosabb anyagok mennyiségét, és ezzel összefüggésben a hektáronkénti cukortermést. Az elmúlt három év alatt igen nagyszámú laboratóriumi elemzést végeztünk. A gyökértermésen, a leveles répafej súlyán, a tőhiányon, a répa-egyedek átlagos súlyán és az elágazó tövek számán kívül vizsgáljuk a cukor-, konduktometrikus hamu-, invertcukor-, nitrogén-, amino-nitrogén-, foszfor-, kálium- és nátriumtartalmat, a tisztított répalé összes anion-, kalciumoxid- és hamutartalmát, tisztasági hányadosát, a répa vágási ellenállását, elaszticitási modulusát és diffúziós állandóját, valamint a kinyerhető cukor mennyiségét, amit a Vukov-féle képlettel számolunk ki. A kísérletekről évenként befutó több ezer adat rendszerezését és varianciaanalízissel való feldolgozását előre elkészített program szerint elektronikus számítógéppel végezzük.

A nitrogén-műtrágyázás hatását Szarvason egy N, P, K, NP, NK, PK, NPK ($N = 120$ kg N/ha ammóniumnitrát, $P = 90$ kg P_2O_5 /ha szuperfoszfát, $K = 120$ kg K_2O /ha 40%-os kálisó) kezeléseket alkalmazó, öntözéssel kombinált sávós split-plot elrendezésű ún. hiánykísérletben, és egy állandó PK-adag (100 kg P_2O_5 /ha ill. 240 kg K_2O /ha) mellett 5 különböző N-adagot (60 , 120 , 180 , 240 és 300 kg N/ha), és 4 különböző nitrogén-műtrágyát (ammóniumnitrát, ammóniumsulfát, karbamid és gázhalmazállapotú ammónia) öntözött és öntözetlen körülmények között variáló split-plot elrendezésű kísérletben vizsgáltuk. Kunhegyesen 90 kg P_2O_5 és 90 kg K_2O /ha PK-műtrágyán kívül 100 , 200 , 300 és 400 kg N-t adtak hektáronként.

Eredmények és értékelésük

A kísérletek első 3 évének együttes értékelése alapján megállapítható volt, hogy a két vizsgált talajon a P- és K-műtrágyák legnagyobb adagja (100 kg P_2O_5 /ha, ill. 240 kg K_2O /ha) sem befolyásolta statisztikailag igazolhatóan a

cukorrépa mennyiségét és minőségét. Hatásukra egyetlen vizsgált mutató esetén, a cukorrépa P- és K-tartalmában sem kaptunk szignifikáns különbséget.

A kísérlet első három évének átlagában a különböző N-műtrágyák kémiai összetételüktől függetlenül azonos irányban és mértékben befolyásolták az általunk vizsgált összes mennyiségi és minőségi mutatót. A nitrogén-műtrágyák növekvő adagjai viszont statisztikailag igazolhatóan nagy hatással voltak a cukorrépára.

A vizsgált 21 mutatóból hatnál (a tisztított répalé összes anion-, kalcium-oxid- és hamutartalma, tisztasági hányadosa, a répa elaszticitási modulusa és diffúziós állandója) a meghatározás bizonytalansága vagy a rendelkezésünkre álló adatok kis száma egyelőre nem teszi lehetővé megbízható következtetések levonását.

A nitrogén-műtrágyázás hatását a maradó 15 mutatóra a III. táblázat szemlélteti a szarvasi kísérletek 3 évének összesített értékelése alapján. A III. táblázat adataiból megállapítható, hogy a nitrogén-műtrágyázás réti talajon még öntözött körülmények között sem növelte a termést. Ugyanakkor jelentősen nőtt a leveles répafej súlya, a hamu-, invertcukor-, összes- és aminos-nitrogéntartalom, csökkent a cukortartalom. Ezek együttes eredményeként a cukorrépából kinyerhető kristálycukor, vagyis a Vukov-féle képlettel számított cukortermés, öntözetlen körülmények között 20, öntözés mellett 15 q-val csökkent hektáronként, 300 kg N hatására (lásd még a 2. ábrát).

A cukorrépa konduktometrikus hamutartalma, amely elsősorban a K- és Na-tartalmat jelenti, a cukorrépa egyik legfontosabb minőségi mutatója. Minél több a hamu, annál több cukor kerül a melaszba. Hasonló hatású az invertcukor is. A hamutartalmon belül a nátrium károsabb mint a kálium. Érdekes megfigyelni, hogy amíg a nátriumtartalom a kálium-műtrágyázás hatására a kálium-műtrágyák közismerten nagy nátriumtartalma ellenére sem változott, a nitrogén-műtrágyázás következtében jelentősen nőtt, és ez okozta elsősorban a konduktometrikus hamutartalom növekedését.

A Kunhegyesen, csernozjom talajon folytatott kísérlet néhány eredményét a IV. táblázat tartalmazza. A nitrogén-műtrágyázás itt, a szarvasi kísérletekkel ellentétben szignifikánsan növelte a gyökértermést, a minőségi mutatók viszont itt is jelentősen romlottak. A minőségi mutatók romlása következtében a hektáronkénti cukortermés a növekvő gyökértermés ellenére is csökkenő tendenciát mutat (lásd még a 3. ábrát).

Az eredmények összefoglalása és következtetések

A nitrogén-műtrágyázás hatásának vizsgálata azt mutatta, hogy már aránylag kis nitrogénadagok is jelentősen csökkentették a cukortartalmat és emellett nagymértékben rontották az egyes minőségi mutatókat. A nitrogén-

műtrágyázás azonos fajtánál is olyan nagy minőségbeli különbségeket hozott létre, amelyek messze meghaladják az egyes fajták közti különbségeket. Az eredmények azzal az ismert jelenséggel magyarázhatók, hogy a nitrogén-trágyázás megnyújtja a növények tenyészidejét. A cukorrépa, mint kétéves növény erre különösen érzékeny, mert csak akkor kezd a vegetatív részek további növelése helyett a levelekben termelt cukor nagyobb mérvű felhalmozásába, ha szedés előtt a nitrogénhiány, a nedvességhiány vagy az éjszakai alacsonyabb hőmérséklet (illetve ezek együttesen) erre kényszerítik. Az említett tényezők közül a nitrogén szerepe azért is jelentős, mert a három tényező közül, biztonsággal csak a nitrogén mennyiségét szabályozhatjuk. A nitrogénnel való túltrágyázás káros hatása fokozottan érvényesülhet, ha csapadékos a tenyészidőszak vége (ezzel összefüggésben csökken az éjszakai lehűlés is), vagy augusztus közepe után öntözünk. A helyesen végrehajtott öntözés még aránylag csapadékos években is jó hatásúnak bizonyult.

A kísérleti adatokból kiszámítható, hogy a hektáronkénti maximális cukorhozam akkor érhető el, ha 500 q/ha gyökérterméshez a répa mintegy 100 kg nitrogént használ fel. Műtrágya alakjában ezért csak annyi nitrogén kiadása javasolható, amennyivel a tervezett termést figyelembe véve, ez a nitrogénigény biztosítható. A kiadandó nitrogénműtrágya mennyiségének kiszámításánál számos tényezőt figyelembe kell venni. Ismerni kell az elővetemények alá kiadott műtrágyák utóhatását, az elővetemények növényi maradványai, valamint a szerves-trágyák alakjában talajba kerülő tápláló anyagok mennyiségét és ezek hasznosulását, a talaj könnyen felvehető nitrogéntartalmát, a talaj nitrogénszolgáltató képességét, a műtrágyahasznosulást stb. Mivel a cukorrépa általában csak négyévenként kerül ugyanarra a területre, intenzíven nitrogénműtrágyázott elővetemények vagy pillangósok után előfordulhat, hogy a számított nitrogénadag nulla, vagy olyan kicsi, hogy starter-műtrágyaként is kiadható. (A starter-műtrágyázás akkor is előnyös lehet, ha a talaj a szükségesnél már eleve több nitrogént tartalmaz.) Az általunk számított nitrogén műtrágya adagok jelentősen kisebbek a jelenleg javasolt, és általánosan alkalmazott mennyiségeknél, pedig a kísérleti adatok tanúsága szerint ennél több nitrogén a gyökértermést már nem, vagy csak kismértékben, és a hektáronkénti cukortermés rovására növeli. A cukorrépa cukortartalmának csökkenését, minőségi mutatóinak romlását (I. táblázat és 1. ábra) a nitrogénműtrágyázáson kívül országos szinten még sok más tényező okozhatja.

Az időjárás igen jelentősen befolyásolja a cukorrépa gyökértermésén kívül az összes minőségi mutatót is. A cukortartalom 1. ábrán megfigyelhető évenkénti ugrálását (a görbe elsődleges periodicitását), feltétlenül az időjárás évenkénti változásai okozzák. Az időjárás 14 év óta tartó állandó romlása azonban meteorológiailag nem igazolható, így a görbe általánosan süllyedő tendenciája az időjárással nem magyarázható.

III. táblázat

Nitrogénműtrágyázás és öntözés hatása a cukorrépára réti talajon
(Szarvas)

Vizsgált mutató	Szignifikan- cia (műtrágyá- zás)	Öntözés	N-adag N kg/ha-ban						Átlag	Szignifikan- cia (öntözés)
			Kontroll	60	120	180	240	300		
Gyökértermés q/ha	— —	Ø ö	544,5 592,0	555,7 620,8	541,3 607,7	546,4 616,8	541,5 611,9	530,2 607,3	543,3 609,4	× × ×
Leveles répafej q/ha	× × × ×	Ø ö	247,5 285,2	261,9 307,8	280,3 324,8	293,3 343,1	306,7 366,6	322,7 388,6	285,4 336 0	× × ×
Tőhiány szedéskor %	10% ×	Ø ö	12,1 8,5	12,3 8,9	12,1 8,3	12,7 8,3	15,3 11,0	16,0 12,0	13,4 9,5	×
Elágazó tő %	— 10%	Ø ö	8,7 7,8	9,3 7,8	11,1 9,5	9,5 8,7	10,1 9,8	10,2 9,3	9,8 8,8	—
Átlagos gyökérsúly kg	— —	Ø ö	0,60 0,65	0,63 0,68	0,61 0,65	0,62 0,66	0,64 0,68	0,64 0,68	0,62 0,67	—
Cukortartalom %	× × × ×	Ø ö	16,92 15,93	16,31 14,98	15,66 14,44	15,20 14,06	15,04 13,59	14,21 13,24	15,56 14,37	× ×
Konduktometrikus hamutartalom %	× × × ×	Ø ö	0,66 0,66	0,73 0,72	0,78 0,77	0,83 0,81	0,87 0,83	(0,89 0,85	0,79 0,77	× ×
Invertcukor %	× ×	Ø ö	0,14 0,11	0,15 0,12	0,16 0,13	0,17 0,14	0,20 0,15	0,20 0,17	0,17 0,14	×
Vágási ellenállás cmkp/cm ²	— —	Ø ö	0,04 1,07	1,08 1,11	1,13 1,09	1,08 1,08	1,13 1,10	1,12 1,12	1,10 1,10	—
Összes nitrogén %	× × × ×	Ø ö	0,19 0,17	0,21 0,18	0,24 0,20	0,26 0,20	0,27 0,22	0,30 0,23	0,25 0,20	× ×

8	Aminonitrogén %	× × × ×	Ø ö	0,033 0,028	0,033 0,029	0,037 0,032	0,041 0,032	0,041 0,036	0,045 0,039	0,038 0,033	×
	Foszfortartalom P ₂ O ₅ %	— —	Ø ö	0,47 0,46	0,47 0,46	0,48 0,48	0,47 0,46	0,45 0,44	0,45 0,41	0,47 0,45	×
	Káliumtartalom K ₂ O%	— —	Ø ö	0,166 0,157	0,201 0,205	0,202 0,206	0,204 0,204	0,199 0,202	0,198 0,204	0,195 0,196	—
	Nátriumtartalom Na ₂ O%	× × × × ×	Ø ö	0,127 0,126	0,095 0,080	0,113 0,105	0,124 0,116	0,142 0,133	0,166 0,146	0,128 0,118	× × × ×
	Hasznos cukortermés q/ha	× × × ×	Ø ö	73,56 74,00	69,10 70,53	63,84 65,53	61,87 64,15	59,35 60,27	53,96 57,80	63,61 65,38	× × ×

Jelmagyarázat: Ø: öntözetlen
ö: öntözött

—: nem szignifikáns
×: P = 5%-on szignifikáns

× ×: P 1%-on szignifikáns
× × ×: P = 0,1%-on szignifikáns

IV. táblázat

Nitrogénműtrágyázás és öntözés hatása a cukorrépára csernozjom talajon
(Kunhegyes)

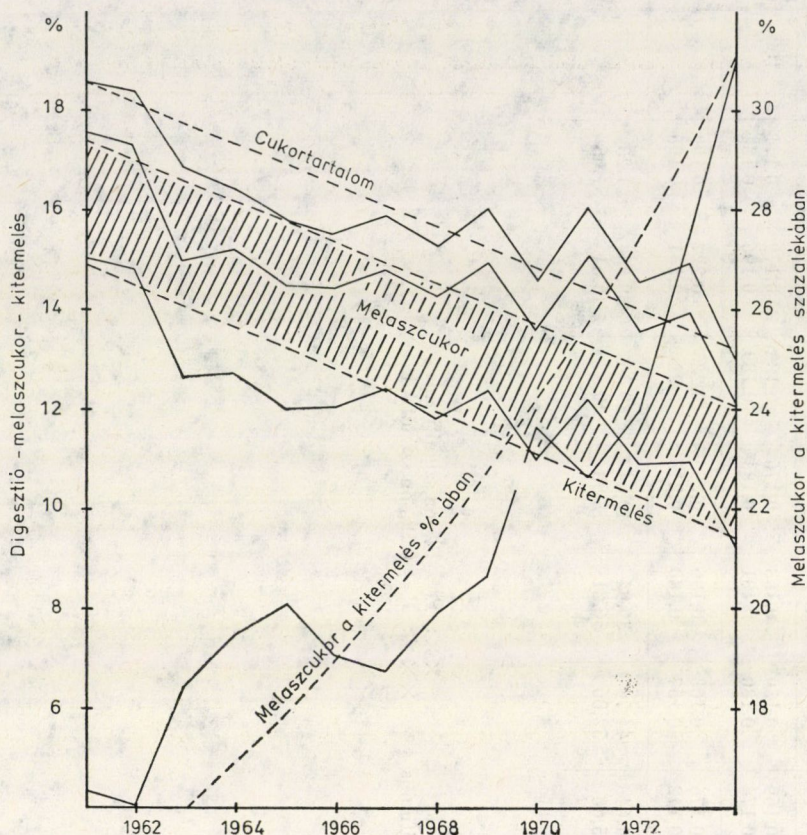
Vizsgált mutató	Sznifikan- cia (műtrágyá- zás)	Öntözés	Műtrágya kezelések						Átlag	Sznifikan- cia (öntözés)
			Kontroll	PK	PKN ₁	PKN ₂	PKN ₃	PKN ₄		
Gyökértermés q/ha	× × × × × ×	Ø ö	390,2 464,9	394,2 469,8	424,4 503,0	426,0 511,1	436,6 527,4	429,7 523,3	416,9 499,9	× × ×
Leveles répafej q/ha	× × × ×	Ø ö	189,2 180,2	179,5 177,9	203,4 199,0	190,3 194,2	218,5 212,4	217,4 210,1	199,7 195,6	—
Tőhiány szedéskor %	× × × ×	Ø ö	13,6 18,4	17,4 23,0	21,9 23,9	19,4 21,1	17,5 26,8	15,5 17,9	17,6 21,8	×
Elágazó tő %	— —	Ø ö	2,3 0,5	2,0 2,0	2,3 2,4	4,6 4,0	1,5 2,3	3,3 3,5	2,6 2,4	—
Átlagos gyökérsúly kg	× × × × × ×	Ø ö	0,31 0,40	0,33 0,42	0,38 0,46	0,36 0,45	0,37 0,49	0,36 0,44	0,35 0,44	× × ×
Cukortartalom %	× × × ×	Ø ö	14,90 15,51	15,03 14,77	13,39 14,80	13,25 13,43	12,90 13,34	12,85 12,90	13,72 14,12	—
Konduktometrikus hamutartalom %	× × × × × ×	Ø ö	0,74 0,72	0,75 0,73	0,92 0,76	0,87 0,91	0,95 0,96	0,97 1,01	0,87 0,85	—
Invertcukor %	— —	Ø ö	0,06 0,07	0,07 0,07	0,08 0,06	0,06 0,08	0,10 0,08	0,08 0,08	0,08 0,07	—
Vágási ellenállás cmkp/cm ²	— —	Ø ö	1,33 1,39	1,37 1,39	1,34 1,38	1,31 1,40	1,34 1,37	1,35 1,38	1,34 1,39	10%
Összes nitrogén %	— —	Ø ö	0,19 0,23	0,23 0,23	0,24 0,21	0,26 0,22	0,28 0,21	0,25 0,30	0,24 0,22	—

8* Aminonitrogén %	× × × ×	Ø ö	0,036 0,029	0,034 0,029	0,038 0,034	0,042 0,035	0,035 0,032	0,033 0,027	0,036 0,031	×
Káliumtartalom K ₂ O%	— —	Ø ö	0,169 0,174	0,159 0,180	0,163 0,181	0,176 0,184	0,183 0,189	0,179 0,196	0,171 0,184	10%
Nátriumtartalom Na ₂ O%	— × ×	Ø ö	0,176 0,142	0,163 0,157	0,196 0,180	0,206 0,218	0,225 0,226	0,227 0,251	0,199 0,195	—
Hasznos cukortermés q/ha	— —	Ø ö	44,64 55,66	44,74 52,86	39,94 56,21	40,64 48,98	39,36 49,57	38,08 46,61	41,23 51,65	× ×

Jelmagyarázat: Ø: öntözetlen
ö: öntözött

—: nem szignifikáns
×: P = 5%-on szignifikáns

× ×: P = 1%-on szignifikáns
× × ×: P = 0,1%-on szignifikáns



1. ábra. A magyar cukoripar adatai 1961—1974.

A N-műtrágyázás okozta különbségek meghaladják az egyes fajták közti különbségeket, de az elmúlt években történt jelentős fajtaváltás miatt ennek lehetséges kihatásait vizsgálnunk kell. Az V. táblázatban összefoglaltuk a termőterület fajták szerinti %-os megoszlását 1968-tól. Korábbi részletes adatok nincsenek, csak annyit lehet megállapítani, hogy 1968-ig fokozatosan a magasabb cukortartalmú poliploid fajták termesztésére tértek át. 1968-tól 1970-ig szinte egyeduralkodó volt a Beta-Poly 2-es és 4-es fajta, majd a Beta-Poly 4-est fokozottan felváltotta a Beta Poly M 102-es fajta. Ezeken felül számottevő mennyiséget 1971—72-ben csak a Maribo Resista Poly és AJ Poly 1, 1971. és 1973-ban az AJ Polycama, 1973—74-ben pedig a K 46-os, AJ Poly 1-es, Kawemona és Monowa fajtákból termeltek. A cukortartalom csökkenését a fajtaváltás függvényében vizsgálva megállapítható, hogy a cukortartalom akkor is csökkent, amikor a bizonyíthatóan magasabb cukortartalmú poliploid fajtákra tértek át. A későbbiek folyamán bekövetkezett cukortartalom csökkenés a vetésterület %-os megoszlását figyelembe véve a fajtaváltással csak

V. táblázat

A cukorrépa termőterület fajták szerinti megoszlása %-ban (1968–74)

Fajta	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Beta Poly M 102	0,1	0,1	1,8	7,0	15,5	16,6	46,8
Beta Poly 2	44,7	77,4	78,1	75,1	62,8	57,3	29,4
Beta Poly 4	55,1	21,6	17,0	7,7	1,8	0,6	—
K 46	—	—	—	—	0,8	3,2	9,0
Maribo Resista Poly	—	—	—	5,3	11,4	2,0	0,8
AJ Polycama	—	—	—	3,4	—	7,2	—
AJ Poly 2	0,1	0,9	3,1	0,9	—	2,6	—
AJ Poly 1	—	—	—	0,5	6,4	—	4,6
Kawemono	—	—	—	—	—	3,9	3,7
Monowa	—	—	—	—	—	3,7	5,2
Monofort	—	—	—	—	—	2,6	—
Egyéb összesen	—	—	—	0,1	1,3	0,3	0,5

akkor lenne magyarázható, ha a Beta Poly 2-es és M 102-es fajták cukortartalma a Beta Poly 4-es és az összes többi fajta átlagánál mintegy 4–5%-kal alacsonyabb, hamutartalma pedig magasabb lenne. Ennek lehetőségét, valamint azt a lehetőséget, hogy 14 év óta szisztematikusan egyre rosszabb fajtákat termelünk, az országos fajtakísérletek kizárják. Mindezek ellenére a fajtaváltás hatása nem elhanyagolható. A cukortartalom csökkenését mutató görbe lefutását modifikálja és feltehetően ez okozza a görbe szinuszos jellegét (másodlagos periodicitás), mert a fajtatulajdonságok összevetéséből hasonló szinuszgörbe adódik a cukortartalomra. Az egész görbe csökkenő tendenciájára azonban a fajtaváltás nem ad magyarázatot.

Az öntözés szintén jelentősen befolyásolja a cukortartalmat. A VI. táblázat szemlélteti az öntözött terület arányának változását a vizsgált 14 éves

VI. táblázat

*Az öntözött cukorrépa területének alakulása
1961–1974*

Év	Öntözött terület (1000 ha)	A vetésterület %-ában
1961	5,8	5,0
1962	9,7	7,8
1963	15,8	13,4
1964	28,5	27,9
1965	28,3	23,1
1966	24,9	22,6
1967	25,8	24,4
1968	30,7	28,3
1969	28,3	28,4
1970	17,9	22,2
1971	2,1	2,8
1972	20,4	25,5
1973	25,8	27,3
1974	31,6	31,0

időszakban. A táblázat adatait az 1. ábrán látható digestió görbe lefutásához hasonlítva megállapítható, hogy a cukortartalom az öntözött terület arányától függetlenül is csökkent, hiszen ennek aránya 1964-től 1973-ig gyakorlatilag nem változott. Sokkal meggyőzőbben zárja ki azonban az öntözés ilyen irányú, káros hatásának lehetőségét az a tény, hogy mint az I. táblázat mutatja, a digestió csökkenésével együtt a répa minősége is romlott, és közben a termés-eredmények növekedése mellett a hektáronkénti cukorhozam gyakorlatilag nem változott. A kísérleteink szerint ugyanis az öntözés a cukortartalom csökkenése mellett az egyéb minőségi mutatókat javította, vagy nem befolyásolta, a hektáronkénti cukortermést viszont minden műtrágyakezelésnél egyértelműen, jelentős mértékben növelte.

A statisztikai adatok bizonyítják, hogy a feldolgozott cukorrépa számottevő mennyiségét csak az utóbbi három évben szedték géppel. Az utóbbi három év kétségtől elönnytelen is volt a gépi szedés szempontjából, és ez fokozta a kezdeti nehézségeket. Egyenletlenebb a fejelés, több a répa között a föld- és a levélmaradvány, nagyobb a faroktörésből adódó veszteség. Az utóbbi három év eredményeivel azonban nem lehet a 14 éves csökkenő tendenciát magyarázni, másrészt az I. táblázat adatai a ténylegesen feldolgozott, a mosott répa mennyiségére vonatkoznak.

Számos kutató vizsgálta a herbicidek és peszticidek hatását és megállapították, hogy jelentős mértékben nem befolyásolják a cukorrépa minőségét, a termés mennyiségét viszont növelik és így hatásukra jelentősen emelkedik a hektáronkénti cukortermés. Más vegyszerek pedig, mint például a cercospóra elleni készítmények a terméseredmény javításán kívül határozottan növelik a cukortartalmat.

A VII. táblázat a cukorrépatermesztésnél felhasznált műtrágyák mennyiségét és a termőterület százalékában a műtrágyázott terület nagyságát mutatja,

VII. táblázat

A cukorrépatermesztésnél felhasznált NPK-műtrágyák mennyisége és a műtrágyázott terület nagysága a termőterület %-ában 1964–74-ig

Év	Felhasznált hatóanyag kg/ha				Műtrágyázott terület %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Összesen	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1964	53	49	72	174	84,6	85,7	72,7
1965	55	50	68	173	86,0	84,0	71,0
1966	58	50	72	180	91,0	87,3	73,9
1967	58	54	80	192	90,9	85,2	77,0
1968	68	58	88	214	93,6	91,2	81,0
1969	73	61	96	230	95,6	90,7	81,7
1970	83	63	100	246	94,1	90,9	82,8
1971	90	67	112	269	93,4	91,7	84,6
1972	90	80	120	290	94,4	94,9	88,4
1973	110	90	140	340	98,2	96,3	96,5
1974	110	110	160	380	96,2	95,7	95,2

1964—74-ig. (Régebbi pontos adatok nincsenek.) A felhasznált műtrágya mennyisége mindhárom műtrágyaféleségnél gyorsan és folyamatosan nőtt.

Az országos statisztikai és a saját kísérleti adatokat egybevetve arra a következtetésre jutottunk, hogy a cukorrépa minőségének romlását, és ezzel szoros összefüggésben az azonos súlyú répából kinyert kristálycukor mennyiségének rohamos csökkenését, elsősorban az egyre jobban elterjedő indokolatlanul nagy adagú nitrogén-műtrágyázás okozza. Ez a minőségromlás azáltal következik be, hogy a túlzott mennyiségben kiadott nitrogén megnyújtja a répa tenyészidejét, és egyre éretlenebb répát dolgoznak fel. A túlzott nitrogén-műtrágyázás, vagyis a hosszabb tenyészidő, egyúttal növeli a magas cukortermések elérésének időjárás okozta bizonytalanságát, a cukortermelés szempontjából kedvezőtlen időjárású évek előfordulásának valószínűségét. Ez a kísérleti eredmény magyarázatot ad más tapasztalt jelenségekre is.

A cukoripari szakemberek előtt ismert, hogy körülbelül 1967-ig a dél-magyarországi cukorgyárakban feldolgozott répa, amelyet a tápanyagokban gazdagabb dél-magyarországi területeken termeltek, magasabb cukortartalmú és általában jobb minőségű volt a többinél. Az utóbbi években ez megfordult, és a dél-magyarországi cukorgyárak dolgoznak fel rosszabb minőségű répát. Mivel a nitrogénműtrágyázás hatására a tápanyagban szegényebb talajokon, azonos mennyiségben kiszórt N-műtrágya esetén, viszonylag kisebb nitrogén felesleg mutatkozik, a cukortartalom is viszonylag kisebb mértékben csökkent északon, mint a tápanyagokban gazdagabb déli területeken. Ezt mutatják egyébként a szarvasi és kunhegyesi kísérletek eredményei is. Azonos mennyiségű nitrogén hatására Szarvason lényegesen nagyobb cukortartalom csökkenés mutatkozik.

A magyar cukoripar szinte fennállása óta végzi az ún. érési kísérleteket. Az ország területén gyakran 150—300 helyen kísérleti parcellákat jelölnek ki a cukorrépatáblákon és augusztus végétől, szeptember elejétől kezdve 2 hetenként egy-egy parcellát kiszednek és megelemeznek. Maximum kilenc szedés eredményei állnak így rendelkezésre és az adatokból követni lehet mennyire érik be a répa az egyes években. Az érési kísérletek eredményei azt mutatják, hogy amíg az 1960-as években két szedés között gyakran 1—1%-kal nőtt a cukortartalom, az utóbbi időben a cukortartalom alig változik. Az érési kísérletek adatai arra engednek következtetni, hogy a cukorrépa — mint ezt a gyökér- és levélsúly adatok változása is bizonyítja — az utóbbi 7 évben a szedés idején még a vegetatív növekedés szakaszában volt. A nitrogénfelesleg pedig közismerten a tenyészidő ilyen irányú eltolódását okozza. Ezek a jelenségek bár közvetve, szintén alátámasztják kísérleti eredményeink helyességét.

A három éve folytatott kísérletek összesen mintegy 40 000 adatának számítógépes feldolgozásával arra a következtetésre jutottunk, hogy az általunk javasolt nitrogén-műtrágyázási elv széles körű alkalmazása a cukorrépa-termesztésben, a termelők érdekeinek sértése nélkül, a cukorrépa tényleges

biológiai igényének és a népgazdaság valódi érdekeinek jobb kielégítését szolgálja, így a kevesebb káros anyagot tartalmazó, technológiailag jobb minőségű cukorrépa termelését, a nagyobb hektáronkénti cukorhozam elérését tenné lehetővé, amely nitrogén-műtrágyamegtakarítás mellett, csak a többletcukor értékét számolva is, évenként több millió dolláros megtakarítást jelentene az országnak.